

Consumo Europeu de *Pellets* e suas variáveis explicativas

por

Eduardo António Martins Gonçalves

Tese de Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente

Orientado por

Isabel Soares

2016

Agradecimentos

A realização desta dissertação de mestrado contou com importantes apoios e incentivos sem os quais não se teria tornado uma realidade e aos quais sempre estarei grato.

À professora Isabel Soares, pela orientação, disponibilidade e apoio, pelas opiniões e ensinamentos ao longo deste mestrado, que conseguiram levar sempre o meu trabalho a bom porto, estou eternamente agradecido pela sua ajuda.

À professora Fernanda Ferreira, do Instituto Politécnico do Porto, que esteve sempre disponível para me orientar.

À professora Isabel Lima e à professora Ilidia Ferreira, da Escola Secundária Rocha Peixoto, que prontamente se disponibilizaram para me ajudarem na realização da dissertação.

À Faculdade de Economia do Porto e seus docentes, que me deram as ferramentas e conhecimentos necessários para elaboração da minha dissertação.

À Escola Secundária Rocha Peixoto e seus docentes, que sempre me orientaram e motivaram para temáticas de gestão ambiental.

Ao meu amigo André Brás, que desde o tempo do Ensino Secundário me alertou para o grande uso dos *pellets* no futuro, o que suscitou a minha curiosidade sobre o tema.

E por fim, à minha namorada, família e amigos pelo apoio constante e incentivo para ultrapassar as dificuldades.

Resumo

O consumo de energia renovável tem evoluído gradualmente a nível mundial. A necessidade de substituir os combustíveis fósseis por energia limpa permite o desenvolvimento de energias alternativas, como os *pellets*, uma forma de biomassa. O mercado dos *pellets* está em crescimento, apresenta vantagens ao nível de diminuição de custos de aquecimento, apoios do Estado e benefícios em termos ambientais. As suas barreiras de mercado, como os equipamentos dispendiosos e a pouca consciencialização ambiental não permitem um crescimento superior. O estudo incide sobre o consumo dos *pellets*, área pouco estudada na literatura, e as suas variáveis explicativas, a área florestal, o preço da eletricidade, o preço do gás natural e o PIB per capita. As variáveis incidem em áreas como matéria-prima, concorrência energética e capacidade de investimento. A nossa análise conta com um espaço temporal de 8 anos (2007-2014) e aborda 13 países europeus. Os dados do consumo foram calculados através de taxas de crescimento médio anual, devido à existência de poucos dados. A conclusão a que chegamos é que, o consumo em análise é influenciado positivamente pela área florestal e pelo preço do gás natural.

Palavras-chave: Energia Renovável, *Pellets*, Área Florestal, Consumo, Mercado de *Pellets*, Variáveis Explicativas.

Abstract

The consumption of renewable energy has gradually evolved on a global scale. The need to replace the burning fossil fuels by clean energy allows the development of alternative energies such as pellets, a type of biomass. The pellet market is growing and offers advantages regarding the reduction of cooling costs, government support and benefits in terms of environment. Its market barriers, expensive equipment as well as the low environmental awareness represent obstacles to a higher growth. The study focuses on the consumption of pellets, an area that has been a little neglected by literature, and its explanatory variables, forest area, the price of electricity and natural gas and *per capita* GDP. The variables relate to specific areas like raw-material, energetic competition and investment capacity. Our analysis comprises a time frame of 8 years (2007-2014) addressed to 13 European countries. The consumption data were calculated through average annual growth rates due to the scarce existing data. The conclusion we have come to is that the consumption subjected to study is positively influenced by the forest area and the price of natural gas.

Keywords: Renewable energy, Pellets, Forest Area, Consumption, Pellet Market, Explanatory variables.

Índice

1. Introdução.....	1
2. Mercados de <i>Pellets</i>	3
2.1. Os <i>Pellets</i> como energia renovável	3
2.1.1. Certificação	4
2.1.2. Impacto ambiental.....	4
2.1.3. Competitividade do mercado de <i>pellets</i>	5
3. Produção e consumo de <i>pellets</i> nos países europeus.....	7
3.1. Áustria.....	7
3.2. Alemanha	7
3.3. Portugal.....	8
3.4. Suécia	9
3.5. República Checa	9
3.6. Dinamarca	9
3.7. Espanha.....	10
3.8. França	10
3.9. Itália	10
3.10. Letónia.....	11
3.11. Lituânia	11
3.12. Eslováquia.....	11
3.13. Reino Unido	12
4. Variáveis explicativas do consumo dos <i>pellets</i>	13
4.1. Consumo dos <i>pellets</i>	13
4.2. Área Florestal.....	14
4.3. Benefícios Fiscais.....	15

4.4.	Preço da Eletricidade – consumo doméstico	15
4.5.	Preço do Gás Natural – consumo doméstico	16
4.6.	PIB per capita.....	16
4.7.	Peso da produção de Biofuel sólido na produção de Energias Renováveis 17	
5.	Metodologia.....	18
5.1.	Base de dados	18
5.2.	Modelo.....	19
6.	Análise de resultados.....	21
7.	Conclusão	23
8.	Bibliografia	25

Índice de tabelas

Tabela 1. Quantidades de consumo de pellets em milhares de toneladas por ano	13
Tabela 2. Área florestal em quilómetros quadrados	14
Tabela 3. Preço da eletricidade em euros por quilowatt-hora	15
Tabela 4. Preço do gás natural em euros por quilowatt-hora	16
Tabela 5. PIB per capita em dólares a preços correntes	17
Tabela 6. Informações do modelo	19
Tabela 7. Resultados do modelo	20

Lista de Siglas

Et al. – E outros

PIB – Produto Interno Bruto

UE – União Europeia

AEA – Agência Europeia Ambiental

AEBIOM - European Biomass Association

EPC - European Pellet Council

ADEME - Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

1. Introdução

O consumo global final de energia renovável, segundo a REN21 (2015), tem vindo a aumentar continuamente, 1.5% anualmente nos últimos anos, devido ao aumento da procura nos países em desenvolvimento. Pela primeira vez, em 40 anos, as emissões de carbono mantiveram-se estáveis, apesar do aumento da produção da energia e do crescimento da economia global em 2014. Estima-se que 19.1% do consumo final de energia, em 2013, tenha sido em energias renováveis. Dentro desse valor, 4.1%, diz respeito a energia renovável para aquecimento, englobando a biomassa, a solar e a geotérmica.

A Directive 2009/28/EC informa que a União Europeia (UE) estabelece uma quota obrigatória para a energia de consumo na UE, da qual 20% deve provir de fontes de energias renováveis até 2020, sendo a biomassa uma energia renovável fundamental para obter a quota de 20%. Segundo Hedenus *et al.* (2010), a segurança energética, o aquecimento global e o uso de recursos locais são os fatores fundamentais para o uso da biomassa.

Wang e Yan (2005) afirmam que os *pellets* de madeira são um combustível limpo, renovável, produzido principalmente a partir de serragem, comprimida sob alta pressão e sem aditivos. Este combustível tem sido considerado como um dos substitutos para combustíveis fósseis, como carvão e petróleo para aquecimento e cogeração, tornando-se um recurso importante em termos de biomassa.

O consumo europeu de *pellets*, no ano de 2010, fixou-se no valor de 10.0 milhões de toneladas, sendo que em 2012 já atingia o valor de 15.1 milhões de toneladas, seis dessas toneladas para aquecimento doméstico, conforme o estudo de Sikkema *et al.* (2011). A produção em 2014 atingiu as 13.5 milhões de toneladas, valores apresentados pela European Biomass Association (AEBIOM).

O nosso estudo irá focar o consumo dos *pellets*, pois queremos explorar uma temática muito pouco desenvolvida até então, uma vez que a maioria da literatura relacionada com os *pellets* diz respeito à sua produção e a uma vertente mais técnica.

Ora vejamos: estudos de autores sobre esta matéria, Hoefnagels *et al.* (2014) abordam questões puramente técnicas relacionadas com a matéria-prima; Monteiro *et al.* (2012) questionam sobre os problemas de mercado e analisa a produção; Nunes *et al.* (2014) comparam a produção de Portugal, Alemanha e Suécia; Fernandes e Costa (2010) estudam o potencial dos resíduos de biomassa para produção energética. Facilmente percebemos que estudos sobre o consumo são quase inexistentes, e que quando a temática é abordada é muito pouco aprofundada, daí a existência de poucos dados sobre o tema.

A maior parte desta produção pertence a países do European Pellet Council (EPC), que é uma organização que conta com 16 países e que possui como objetivo passar os *pellets* de um produto de nicho para uma mercadoria global e assim aumentar o uso de energias renováveis na Europa. Com o EPC surge também o Enplus, um certificado de qualidade em termos de oferta.

Pretende-se então, através de uma amostra de 13 países, Áustria, Alemanha, Portugal, Suécia, República Checa, Dinamarca, Espanha, França, Itália, Letónia, Lituânia, Eslováquia e Reino Unido, perceber o peso e as diferenças entre quatro variáveis de consumo de *pellets*. O estudo foca o uso de *pellets* para aquecimento. As variáveis contam com o preço do gás natural e da eletricidade, no intuito de perceber como os preços de energia concorrente influenciam a nossa variável consumo; o PIB per capita, de forma a entender a decisão de compra do consumidor; a área florestal dos países destacando assim a matéria-prima de cada um deles, para a produção de *pellets*; outras variáveis interessantes são os benefícios fiscais, a percentagem de investimento dos países em energias renováveis e a temperatura média anual.

A tese vai abordar inicialmente temas como o mercado de *pellets*, os *pellets* em si, a sua certificação, o impacto ambiental e a sua competitividade, de forma a esclarecer a temática no geral. O estudo informa ainda sobre as diferentes características quantitativas, em termos de produção e consumo, dos países em estudo. Após esta caracterização, apresentamos e quantificamos as variáveis explicativas do consumo de *pellets*, mesmo de variáveis que não pudemos incorporar no modelo. Por fim, segue-se o modelo e os seus resultados.

2. Mercados de *Pellets*

Os *pellets* são cada vez mais um mercado em crescimento, principalmente na Europa. Uma vez que se trata de uma energia renovável, os Estados tentam impulsionar o seu consumo, através de incentivos económicos. O paradigma atual é de rutura com os combustíveis fósseis devido aos seus malefícios que cada vez mais são uma realidade no nosso dia a dia. Assim sendo, a consciencialização desta problemática mundial pode potenciar o consumo de *pellets*, que substitui os combustíveis fósseis no aquecimento doméstico.

Nunes *et al.* (2016) afirmam que a Europa é a principal produtora de *pellets*, entre os anos 2008 e 2010, tendo aumentado em 20.5% as suas produções e em 43.5% o seu consumo. Em termos mundiais, o mercado cresceu em cerca de 110% entre o ano de 2006 e 2010.

2.1. Os *Pellets* como energia renovável

O estudo de Wang e Yan (2005) afirma que os *pellets*, madeira comprimida e sem aditivos, são considerados energia renovável, capaz de substituir determinados combustíveis fósseis em termos de aquecimento. Monteiro *et al.* (2012) evidenciam que o processo de produção de *pellets* é composto por pré-processamento, secagem, moagem, processo de peletização, resfriamento, peneiramento e ensacamento, sendo a secagem o processo mais dispendioso em termos de gastos energéticos. Para além do processo de produção, Sultana *et al.* (2010), afirmam que os custos resultam não só do processo produtivo, mas também dos custos de terreno na extração da matéria prima e os custos de transporte de matéria prima. O estudo de Wang e Yan (2005) revela ainda que o interesse nos *pellets* surge na década de 70 aquando da crise petrolífera, tornando-os uma boa alternativa ao uso do petróleo. Contudo, a estabilização do preço do petróleo nos anos seguintes promoveu uma diminuição da sua utilização. No entanto, nos anos 90, surge um aumento da utilização dos *pellets*, resultado do interesse dos países em combater as alterações climáticas, a falta de segurança energética e o preço elevado do petróleo. Os

países promovem o uso desta energia renovável, através de tarifas verdes, da educação e de apoios económicos, levando ao aumento da produção de biomassa. Este fenómeno aconteceu essencialmente na Europa e Estados Unidos. Porém, segundo Mobini *et al.*, (2013), há países que surgem atualmente, com enorme potencial para a produção de *pellets* nos próximos anos, como por exemplo, Brasil, Rússia, Nova Zelândia e Austrália.

2.1.1. Certificação

Atualmente, a maioria dos países europeus possui a certificação de qualidade ENplus, que é responsável por toda a cadeia de fornecimento de aglomerados de madeira, desde a produção até à entrega ao consumidor final, garantindo assim a transparência e a alta qualidade do produto. Desta forma foi criado o projeto “PellCert”, que é responsável pela adaptação do certificado ENplus às diferentes exigências dos mercados. O objetivo passa por criar um sistema ambicioso e uniforme de certificação a nível europeu, para ser usado nos mercados de energia e no comércio europeu. Está em vista também, a introdução de critérios de sustentabilidade e a criação do “ENplus VERDE”. O projeto é liderado pela AEBIOM. A responsabilidade pela coordenação da certificação diz respeito ao EPC, organização que representa os interesses do setor europeu dos aglomerados de madeira. O EPC é composto por 16 associações de *pellets* nacionais, Áustria, Bélgica, Canadá, República Checa, Dinamarca, Finlândia, França, Itália, Letónia, Lituânia, Holanda, Portugal, Roménia, Espanha, Suécia, Suíça e Reino Unido, e pretende passar os *pellets*, de um nicho de mercado para uma importante *commodity* energética.

2.1.2. Impacto ambiental

Segundo a Agência Europeia do Ambiente (AEA), os maiores aumentos da temperatura verificam-se no sul do continente e na região do Ártico. A precipitação no sul tem tendência para diminuir e no norte para aumentar. Os aumentos previstos da intensidade e frequência das vagas de calor e das inundações provocam efeitos negativos na saúde humana. As alterações climáticas constituem uma pressão suplementar para os

ecossistemas, levando várias plantas e espécies animais a deslocarem-se para norte e para terrenos de maior altitude. Esta situação afeta negativamente a agricultura, a silvicultura, a produção de energia, o turismo e as infraestruturas em geral.

O aumento desta problemática exige uma necessidade de alterar o rumo dos acontecimentos e os *pellets* são parte da solução. Em 2007, surge a Diretiva 2009/28/EC com o intuito de melhorar a oferta energética e atrasar o fenómeno das alterações climáticas, englobando esta diretiva todos os países da União Europeia. O objetivo é que até ao ano de 2020, 20% do consumo energético final dos países seja de origem renovável.

Monteiro *et al.* (2012) calcularam que em 2008, 8.4% do consumo energético teve origem em fontes renováveis, sendo que 0.2% resultou do uso dos *pellets*. A diretiva dá três opções aos países, o uso de renováveis para produzir eletricidade, calor ou combustível para transportes. Desta forma, os *pellets* podem contribuir para a produção de eletricidade e calor. O uso de *pellets* possui também um papel fundamental na redução dos gases de efeito de estufa, uma vez que substitui os combustíveis fósseis, e dessa forma, contribui para o objetivo de reduzir em 20% os gases de efeito de estufa até 2020.

2.1.3. Competitividade do mercado de *pellets*

Thomson e Liddell (2014) afirmam que o mercado de *pellets* é cada vez mais competitivo: os *pellets* apresentam benefícios ambientais, reduzem os custos de aquecimento, possuem mais conforto e acessibilidade comparativamente aos seus concorrentes.

Em termos ambientais, os *pellets* são neutros em emissões de CO₂, e como são produzidos localmente as emissões do transporte são reduzidas. Os *pellets* são mais baratos que os combustíveis fósseis no aquecimento residencial e mais confortáveis que outras energias renováveis, uma vez que o seu sistema é contínuo e independente de condições atmosféricas, ao contrário dos sistemas de energia solar. Outra grande vantagem do mercado de *pellets* é a acessibilidade, uma vez que não precisa de uma rede de distribuição como o gás natural, por isso, consegue penetrar em mercados com maior

facilidade, exemplo disso é a Irlanda do Norte, em que o petróleo domina o aquecimento residencial devido às dificuldades de acesso ao gás natural.

Thomson e Liddell (2014) abordam ainda as principais barreiras e problemas do mercado de *pellets*: as dificuldades de manutenção, os riscos na cadeia de oferta, os equipamentos dispendiosos e os riscos de saúde. A manutenção dos *pellets* requer um trabalho intensivo por parte do consumidor, como limpar a caldeira para evitar excessos de monóxido de carbono e reabastece-la com *pellets*. Os riscos da cadeia de oferta, estão relacionados com a qualidade do produto, que nem sempre é assegurada, e com a volatilidade do preço, uma vez que subidas inesperadas de procura e invernos rigorosos levam os produtores a aumentarem o preço. Em 2007, uma procura forte dos consumidores italianos e um inverno bastante frio, elevou exponencialmente os preços dos *pellets*, quer na Áustria, quer na Alemanha. Um grande entrave ao aumento do consumo de *pellets* é, sem dúvida, o capital inicial necessário para comprar os equipamentos de aquecimento. Estes equipamentos podem chegar até aos quinze mil euros, no entanto os Estados tentam atenuar estes valores através de incentivos e subsídios. Como fator adverso, uma má manutenção dos equipamentos pode provocar a inalação de cinza proveniente das caldeiras e em casos mais graves, a falta de ventilação do equipamento pode aumentar os níveis de monóxido de carbono e diminuir o oxigénio.

Podemos concluir que o mercado dos *pellets* é um mercado competitivo, que apresenta vantagens relevantes perante os seus principais concorrentes, principalmente em termos de aquecimento doméstico. Relativamente aos problemas do mercado, alguns são partilhados pelos seus concorrentes e outros não são impeditivos de tornar este mercado competitivo, porém são responsáveis pelo fraco consumo interno registado em alguns países.

3. Produção e consumo de *pellets* nos países europeus

Nunes *et al.* (2016) indicam que existem cerca de 670 fábricas de produção de *pellets* ativas na Europa, sendo 30% pequenas produções. Em 2011, a capacidade total de produção era de 28 milhões de toneladas. No entanto, as produções são geograficamente dispersas, e há grandes discrepâncias entre os países europeus, quer a nível de produção quer a nível de consumo. Os fatores responsáveis por se registarem grandes diferenças nos países europeus são a dificuldade de acesso à matéria-prima, as políticas de incentivo dos Estados, a dificuldade de penetração no mercado energético, a consciencialização ambiental e o preço dos *pellets*.

Vamos agora quantificar as diferenças entre os 13 países em estudo.

3.1. Áustria

Segundo Holzforschung Austria *et al.* (2009) a Áustria, em 2008, produzia 600 mil ton/ano de *pellets* e o consumo interno era de 500 mil ton/ano. Espera-se grande evolução no mercado austríaco de *pellets*, uma vez que em 2020, 34% da energia será renovável e há necessidade de substituição dos sistemas de aquecimento, tendo em conta a sua antiguidade. Um fator que contribui para a evolução do mercado é o contínuo crescimento dos subsídios relacionados com a energia renovável. Em 2014, o consumo de *pellets* na Áustria era de 800 mil toneladas, valores aproximados da sua produção, segundo a AEBIOM.

3.2. Alemanha

Ranta *et al.* (2013) afirmam que o mercado alemão de *pellets* tem crescido tanto em termos de produção como de consumo. Em 2009, a produção era de 1.6 M ton/ano e o consumo 1.1 M ton/ano, valores estes muito superiores aos do ano de 2006; no ano de

2009 foram ainda instaladas 125 mil caldeiras a *pellets*. O consumo de *pellets* é essencialmente doméstico e a produção de eletricidade através dos *pellets* é reduzida. Em 2012 a Alemanha, segundo Nunes *et al.* (2014), apresentava um preço médio de *pellets* de 175€/ton, já os EUA apresentava um valor de 135€/ton, o que fazia o mercado alemão depender do mercado interno. Refere ainda que a Alemanha apresenta um custo de matéria-prima seca de 90 €/ton, um custo de eletricidade de 100 €/Mwh e o custo de trabalho de 36 €/h. O custo total de produção na Alemanha é de 150 € para as pequenas instalações e 158 € para as grandes instalações. Em 2014, a Alemanha consumia 2 milhões de toneladas e produzia 2.1 milhões de toneladas de *pellets*, segundo a AEBIOM.

3.3. Portugal

Portugal assume um papel de exportador, Nunes *et al.* (2014) revelam que apenas 10% das suas produções são para consumo interno, e que o preço era de 135 €/ton em 2012, valor inferior aos suecos e alemães. Porém o mercado interno é de dimensão pequena, já que se consome apenas 120 mil ton/ano, apesar da produção ser de 1.2 M ton/ano. Em termos de custos, Portugal tem um custo de matéria prima seca de 84 €/ton, um custo de eletricidade de 90 €/Mwh e um custo de trabalho de 20 €/h. O custo total de produção português é de 118 € para pequenas instalações e 130 € para grandes instalações. Monteiro *et al.* (2013) esclarecem que os maiores obstáculos para o crescimento do mercado de *pellets* português são o fraco consumo, que permite preços mais baixos comparativamente a outros países europeus, e à falta de matéria-prima devido à concorrência com as usinas de biomassa. Monteiro *et al.* (2012) afirmam que a solução passa por convencer os consumidores que os *pellets* são uma boa alternativa a outros combustíveis. De realçar que os incentivos para o uso das energias renováveis são insuficientes para atenuar a discrepância de investimento entre os *pellets* e os outros combustíveis. Em 2014, Portugal consumia mais de 100 mil *pellets*, e produzia um milhão de *pellets*, segundo a AEBIOM.

3.4. Suécia

O estudo de Ranta *et al.* (2013) definem o mercado sueco como um mercado de elevado consumo em termos europeus, 1.958 M ton/ano em 2009, e em termos de produção apresenta valores de 1.576 M ton/ano. Nunes *et al.* (2014) afirmam que em 2012 a Suécia se tornou o maior consumidor mundial, com o valor de 2.5 M ton/ano, sendo 40% destinado a grandes instalações de aquecimento urbano. O preço dos *pellets* no mercado sueco é inferior ao alemão mas superior ao português, fixando-se em 145 €/ton. Explica ainda que a Suécia apresenta um custo em matéria prima seca de 92 €/ton, em termos de eletricidade apresenta um custo de 60 €/Mwh e o fator trabalho tem um custo de 34 €/h. O custo total de produção sueca é de 145 € para pequenas instalações e 150 € para as grandes instalações. Em 2014, a Suécia consumia 1.4 milhões de toneladas e produzia 1.6 milhões de toneladas de *pellets*, segundo a AEBIOM.

3.5. República Checa

A República Checa é um país que tem estabilizado a sua produção nos últimos anos, com produções anuais de 160 mil toneladas, em 2008, sendo que apenas 33% é para consumo interno, destinando-se o resto a exportações para Áustria, Alemanha, Suíça e Itália, dados da Associação de *pellets* da República Checa. Em 2014, a República Checa consumia menos de 100 mil toneladas e produzia menos de 300 mil toneladas, dados da AEBIOM.

3.6. Dinamarca

FORCE Technology e Morten Tony Hansen (2009) afirmam que a Dinamarca é um país que importa quase a maior parte do seu consumo. Em 2008 produzia 130 mil toneladas e consumia 1.1 milhões de toneladas de *pellets*. Isto acontece devido à falta de matéria-prima na Dinamarca para produzir mais. O consumo é bastante elevado, o país

conta com cerca de 5.5 milhões de habitantes, o que dá em média 200kg de *pellets* por pessoa. Em 2014, a Dinamarca consumia perto de 1 milhão de toneladas e produzia menos de 100 mil, dados da AEBIOM.

3.7. Espanha

ETA Renewable Energie *et al.* (2009) explicam que a Espanha, à semelhança de Portugal, tem um mercado de *pellets* muito pequeno e numa fase inicial. Espanha, em 2008, produziu cerca de 100 mil toneladas e consumiu apenas 10 mil toneladas, isto deve-se à falta de conhecimento sobre as potencialidades da biomassa e à falta de incentivos do Estado. Em 2014, a Espanha consumia mais de 300 mil toneladas e produzia também mais de 300 mil toneladas, segundo a AEBIOM.

3.8. França

Segundo a Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) e Christophe Barel (2009), a França conta com uma produção de 240 mil toneladas e um consumo de 200 mil toneladas em 2008, no ano seguinte houve um grande aumento, passou para 345 mil toneladas a produção e o consumo para 305 mil toneladas. O aumento surgiu devido à melhor organização dos intervenientes, ao aumento de informação e ao aumento dos apoios do Estado. Em 2014, a França consumia 900 mil toneladas e produzia 1 milhão de *pellets*, afirma a AEBIOM.

3.9. Itália

ETA Renewable Energies *et al.* (2009) afirmam que a Itália é um país que usa essencialmente os *pellets* para aquecimento doméstico, as suas instalações de produção são relativamente pequenas e dispersas. Em 2008, a produção foi de 650 mil toneladas e

o consumo de cerca de 850 mil toneladas, importante referir que há estagnação quer no consumo, quer na produção interna, devido à dificuldade de obter matéria prima, daí a necessidade de se tornar importador. Em 2014, A Itália consumia 2.9 milhões de *pellets* (maior consumo) e produzia menos de 600 mil toneladas, dados da AEBIOM

3.10. Letónia

Marek Muiste e Maria Habicht (2009) definem a Letónia como um dos principais exportadores de *pellets*. Em 2008 já produzia 400 mil toneladas, sendo o consumo apenas 10% da produção. Em 2014, a Letónia consumia menos de 100 mil toneladas e produzia 1.3 milhões de toneladas, sendo assim um dos três grandes exportadores europeus, segundo a AEBIOM.

3.11. Lituânia

Marek Muiste e Maria Habicht (2009) afirmam que a Lituânia é um país com características bem diferentes da Letónia, é o maior país báltico e conta com grandes instalações industriais de petróleo e químicos. A procura da bioenergia é menor quando comparada à Letónia, mas em 2008 a produção de *pellets* foi de 120 mil toneladas e o consumo foi inferior a 20 mil toneladas. Em 2014, a Lituânia produzia mais de 100 mil toneladas e o seu consumo não era significativo, dados da AEBIOM.

3.12. Eslováquia

Segundo a Baltic Energy Conservation Agency *et al.* (2009), a Eslováquia é um país com grande potencialidade para produção de *pellets*, tendo em conta a matéria prima

que possuem. Seriam capazes de produzir 1 milhão de toneladas por ano, no entanto os elevados custos de produção não permitem uma grande expansão. A Eslováquia apenas conta com 14 instalações produtivas de pequena capacidade, produziu cerca de 117 mil toneladas em 2008, e o consumo apenas rondou as 15 mil toneladas. Em 2014, a Eslováquia tinha consumos de *pellets* não significativos e produzia mais de 100 mil toneladas de *pellets*, afirma a AEBIOM.

3.13. Reino Unido

The National Energy Foundation e Sandra Hayes (2009) afirmam que o Reino Unido, em 2008, obteve um total de produção de 125 mil toneladas, importou 51 mil toneladas e consumiu, desta feita, 176 mil toneladas. No Reino Unido, os *pellets* são destinados em grande parte para a produção de energia elétrica. Em 2014, o Reino Unido consumia e produzia menos de 300 mil toneladas, segundo a AEBIOM.

4. Variáveis explicativas do consumo dos *pellets*

4.1. Consumo dos *pellets*

Dada a escassez de dados oficiais, como afirma Selkimaki *et al.* (2010), um dos objetivos do nosso trabalho foi calcular o consumo de *pellets* a partir da taxa de crescimento média anual, apesar das poucas estatísticas disponíveis. Apenas possuímos o valor do consumo para os anos de 2008 e 2014.

Tabela 1. Quantidades de consumo de *pellets* em milhares de toneladas por ano

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Taxa de crescimento média anual
Áustria	462,3	500,0	540,7	584,8	632,5	684,0	739,8	800,0	8,2%
Alemanha	866,1	976,0	1100,0	1239,7	1397,1	1574,6	1774,6	2000,0	12,7%
Portugal	6,6	10,0	15,1	22,9	34,6	52,4	79,3	120,0	51,3%
Suécia	2239,2	2093,9	1958,0	1830,9	1712,1	1601,0	1497,1	1400,2	-6,5%
República Checa	47,7	53,0	58,9	65,5	72,8	80,9	90,0	100,0	11,2%
Dinamarca	1117,7	1100,0	1082,6	1065,5	1048,7	1032,1	1015,8	1000,0	-1,6%
Espanha	5,7	10,0	17,6	31,1	54,8	96,5	170,2	300,0	76,3%
França	155,6	200,0	257,0	330,1	424,1	544,8	700,0	899,0	28,5%
Itália	692,7	850,0	1043,0	1279,7	1570,2	1926,6	2364,0	2900,0	22,7%
Letônia	34,3	40,0	46,6	54,3	63,2	73,7	85,8	100,0	16,5%
Lituânia	20,0	20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%
Eslováquia	15,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0%
Reino Unido	155,3	176,0	192,4	210,3	229,8	251,2	274,5	300,0	9,3%

Fonte: Elaboração própria com dados da AEBIOM e do site *pelletsatlas*.

A tabela 1 demonstra que os principais consumidores de *pellets* são a Itália, a Alemanha, a Suécia e a Dinamarca, sendo que a Lituânia e a Eslováquia são os países que menos consomem, apresentando um consumo nulo. A nota de destaque vai para a Dinamarca, que consumiu um milhão de *pellets* em 2014, apesar das suas produções serem quase nulas; já a Letônia seguiu o sentido inverso, uma vez que consumiu apenas 100 mil toneladas de *pellets* em 2014 e produziu cerca de um milhão de *pellets*, sendo um dos principais exportadores europeus.

4.2. Área Florestal

Monteiro *et. al* (2011) afirmam que a floresta é rica em resíduos que são utilizados na produção de *pellets*, e que a quantidade desses resíduos resulta da idade das árvores, da espécie e da variedade de madeira colhida. Desta forma, a área florestal está diretamente ligada com a diminuição ou aumento da matéria-prima. Os dados que se seguem são em quilómetros quadrados. A produção de *pellets* a partir de resíduos florestais tem implicações positivas em vários países que são afetados pelos incêndios florestais. As florestas, após a recolha de matéria prima ficam mais limpas.

Tabela 2. Área florestal em quilómetros quadrados

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Áustria	82578	82578	82571	82561	82554	82540	82531	83531
Alemanha	348670	348630	348610	348570	348560	348540	348540	348540
Portugal	91470	91470	91590	91590	91590	91590	91600	91600
Suécia	410340	410340	410340	410340	410340	407340	407340	407340
República Checa	77250	77250	77250	77240	77240	77230	77230	77230
Dinamarca	42430	42430	42430	42430	42430	42430	42430	42430
Espanha	499110	498800	498660	500010	499880	500210	500210	500210
França	547556	547557	547557	547557	547557	547561	547557	547557
Itália	294140	294140	294140	294140	294140	294140	294140	294140
Letónia	62196	62196	62180	62240	62200	62180	62190	62190
Lituânia	62680	62675	62675	62675	62674	62674	62675	62675
Eslováquia	48100	48100	48090	48091	48088	48088	48088	48088
Reino Unido	241930	241930	241930	241930	241930	241930	241930	241930

Fonte: Elaboração própria com dados do World Bank.

A Tabela 2 informa que os países com maior área florestal são a França e a Espanha, contudo não figuram nos principais consumidores de *pellets*. Isto acontece devido aos custos elevados de produção de *pellets*, à falta de incentivos por parte dos Governos e à pouca consciencialização sobre a necessidade de redução dos combustíveis fósseis. Os países com menor área florestal são também dos que menos consomem, neste caso a Dinamarca e a Eslováquia.

4.3. Benefícios Fiscais

Os benefícios fiscais são apoios públicos que facilitam o investimento, na compra ou substituição do sistema de aquecimento de *pellets*, fatores que muitas vezes justificam a falta de iniciativa do consumidor. Monteiro *et al.* (2012) afirmam que este fator justifica, em parte, o reduzido consumo de *pellets* na Península Ibérica., uma vez que os benefícios ainda são insuficientes para cobrir as diferenças de investimento entre os *pellets* e o gás natural.

4.4. Preço da Eletricidade – consumo doméstico

Esta variável é usada como concorrente dos *pellets*. Apesar do mercado dos *pellets* estar ainda em fase de evolução, o preço é inferior ao das fontes de energia tradicionais, segundo Nunes *et al.* (2014).

Tabela 3. Preço da eletricidade em euros por quilowatt-hora

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Áustria	0,1545	0,1779	0,1909	0,1967	0,1986	0,1975	0,2082	0,2021
Alemanha	0,1949	0,2148	0,2282	0,2375	0,2528	0,2595	0,2919	0,2981
Portugal	0,15	0,1482	0,1508	0,1584	0,1654	0,1993	0,2081	0,2175
Suécia	0,1714	0,1698	0,1602	0,1839	0,2092	0,2027	0,2101	0,1967
República Checa	0,1067	0,1274	0,1323	0,1345	0,1495	0,1497	0,1525	0,1283
Dinamarca	0,2579	0,2635	0,2699	0,267	0,2908	0,2997	0,3	0,3042
Espanha	0,1225	0,1366	0,1577	0,1728	0,1981	0,219	0,2228	0,2165
França	0,1211	0,1213	0,1206	0,1283	0,1383	0,1392	0,1524	0,1585
Itália	0,2329	0,2031	0,2098	0,1965	0,1987	0,2132	0,2292	0,2446
Letónia	0,0688	0,0842	0,1052	0,1049	0,1168	0,1382	0,1378	0,1365
Lituânia	0,0776	0,086	0,0951	0,1156	0,1214	0,126	0,137	0,133
Eslováquia	0,1537	0,1421	0,154	0,152	0,1682	0,1716	0,1698	0,1507
Reino Unido	0,1316	0,1458	0,1466	0,1386	0,1433	0,1682	0,1741	0,1918

Fonte: Elaboração própria com dados do Eurostat.

4.5. Preço do Gás Natural – consumo doméstico

Esta variável é usada como concorrente dos *pellets*. Apesar do gás natural ser uma fonte energética com preços mais acessíveis, os *pellets* continuam a ter valores inferiores ao preço do gás natural, apesar deste ser um dos seus principais concorrentes, segundo Nunes *et al.* (2014).

Tabela 4. Preço do gás natural em euros por quilowatt-hora

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Áustria	0,0446	0,0452	0,0449	0,0434	0,0534	0,0567	0,0560	0,0540
Alemanha	0,0456	0,0581	0,0435	0,0420	0,0478	0,0486	0,0519	0,0513
Portugal	0,0622	0,0599	0,0566	0,0589	0,0643	0,0687	0,0723	0,0802
Suécia	0,0518	0,0612	0,0553	0,0627	0,0649	0,0670	0,0677	0,0626
República Checa	0,0304	0,0444	0,0397	0,0431	0,0496	0,0551	0,0475	0,0465
Dinamarca	0,0462	0,0532	0,0426	0,0482	0,0526	0,0460	0,0428	0,0340
Espanha	0,0501	0,0563	0,0462	0,0458	0,0458	0,0722	0,0714	0,0769
França	0,0439	0,0493	0,0499	0,0482	0,0538	0,0568	0,0606	0,0626
Itália	0,0401	0,0488	0,0349	0,0498	0,0562	0,0645	0,0621	0,0626
Letónia	0,0264	0,0475	0,0345	0,0368	0,0357	0,0446	0,0399	0,0387
Lituânia	0,0199	0,0324	0,0338	0,0374	0,0446	0,0505	0,0507	0,0413
Eslováquia	0,0348	0,0391	0,0400	0,0375	0,0427	0,0429	0,0432	0,0432
Reino Unido	0,0340	0,0458	0,0406	0,0402	0,0498	0,0550	0,0560	0,0615

Fonte: Elaboração própria com dados do Eurostat.

4.6. PIB per capita

O PIB per capita anual em US \$ é um fator explicativo para a existência de investimento no aquecimento doméstico entre os diversos países europeus. Esta variável é importante, uma vez que segundo Monteiro *et al.* (2012), um dos principais obstáculos à introdução dos *pellets*, a nível doméstico, é a discrepância do investimento inicial nos sistemas de aquecimento a *pellets* comparado com os do gás natural.

Tabela 5. PIB per capita em dólares a preços correntes

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Áustria	46586,7	51386,4	47654,2	46659,8	51123,6	48324,3	50557,8	51148,4
Alemanha	41814,8	45699,2	41732,7	41788,0	45936,1	44010,9	45600,8	47767,0
Portugal	22780,1	24815,6	23064,0	22540,0	23194,7	20577,4	21618,7	22124,4
Suécia	53324,4	55746,8	46207,0	52076,4	59593,7	57134,1	60283,3	58900,0
República Checa	18333,9	22649,4	19698,5	19764,0	21656,4	19640,9	19813,9	19502,4
Dinamarca	58501,1	64182,0	57895,5	57647,7	61304,1	58125,4	60361,7	61330,9
Espanha	32709,4	35578,7	32333,5	30737,8	31832,2	28647,8	29370,7	29718,5
França	41600,6	45413,1	41631,1	40705,8	43807,5	40838,0	42571,2	42546,8
Itália	37698,8	40640,2	36976,8	35851,5	38332,3	34814,1	35367,6	35179,7
Letónia	14019,4	16323,8	12207,6	11319,5	13781,2	13775,3	15015,8	15692,2
Lituânia	12297,9	14961,6	11837,4	11988,8	14367,2	14342,5	15694,1	16489,7
Eslováquia	16014,6	18604,3	16460,2	16554,9	18138,7	17207,3	18108,5	18501,4
Reino Unido	48428,2	45195,2	37166,3	38292,9	41020,4	41294,5	42294,9	46278,5

Fonte: Elaboração própria com dados do World Bank.

4.7. Peso da produção de Biofuel sólido na produção de Energias Renováveis

Os dados sobre a produção de energias renováveis e a produção de biomassa sólida, extraídos do Eurostat sobre o período em análise, revelam os países que dão mais importância à produção de biomassa sólida (inclui os *pellets*) dentro das energias renováveis. Estes dados resultam de um cálculo simples, do peso da produção de biomassa sólida pela produção total de energia renovável.

Concluiu-se que os países europeus que investem mais em produção de biomassa sólida, dentro do seu investimento em renováveis são a República Checa, a Letónia e a Lituânia, sendo que neste último país, em 2009, 85,7% do seu investimento em renováveis era em biomassa sólida. Os países que menos investem em biomassa sólida são países do sul e centro da Europa, como por exemplo, a Itália e a Alemanha.

5. Metodologia

5.1. Base de dados

Os dados do estudo são sobre 13 países europeus e os dados foram retirados da base de dados Eurostat, do *site Pellets Atlas* e *enplus-pellets* acerca de 4 variáveis. Os dados são referentes ao espaço temporal 2007-2014. A variável “heating degree days” não foi incorporada na análise devido à falta de dados para o espaço temporal do estudo, esta variável está relacionada com a temperatura e é bastante usada para regular o aquecimento doméstico. O objetivo de uma variável acerca do clima, passa por perceber em que medida este afeta o consumo de *pellets* na Europa, fornecendo informação acerca da sazonalidade dos *pellets*. O estudo não possui uma variável acerca da posição dos países como importadores ou exportadores, devido à postura neutra de grande parte deles, não encaixando assim como uma possível variável dummy para o modelo.

A variável “Peso da produção de biofuel sólido na produção de energia renovável” resulta da divisão da produção de biofuel sólido dos países pela produção de energia renovável dos países, é uma variável inconclusiva em termos de consumo de *pellets*.

O “consumo de *pellets*” foi calculado através da taxa média de crescimento, em intervalos regulares de tempo.

O modelo a efetuar incide em 4 variáveis fundamentais: preço da eletricidade, preço do gás natural, área florestal e PIB per capita, com o intuito de explicar a variável consumo em termos de matéria prima, concorrência e investimento.

Os 13 países foram escolhidos tendo em conta o EPC e a respetiva certificação Enplus e o papel que desempenham a nível europeu em termos de exportações e importações. Determinados países, como Suíça, Finlândia e Noruega foram excluídos devido à dificuldade de obter dados rigorosos sobre as variáveis.

5.2. Modelo

Após seleção e tratamento da base de dados utiliza-se o software econométrico e-views para as necessárias análises de regressão. O estudo de Verbeek (2004) revela que os dados analisados são dados em painel, uma vez que existem duas dimensões; para cada ano existem vários países diferentes; e para cada país existe uma análise a vários anos. Os dados em painel possuem vantagens em relação a dados de séries temporais. Primeiro são mais eficientes a estimar devido à redução do problema da multicolinearidade e segundo há uma diminuição dos resultados enviesados tendo em conta o controlo da heterogeneidade individual.

Para aplicar o modelo de dados em painel, temos de decidir entre o modelo dos efeitos fixos ou o modelo dos efeitos aleatórios. Para selecionar corretamente o modelo, efetuamos o teste de Huasman (1978), que consiste em testar a hipótese nula de que o modelo de efeitos aleatórios é o apropriado para determinada amostra, comparado com o modelo de efeitos fixos. Assim sendo, verificamos a existência de correlação entre a heterogeneidade não observável e as respetivas variáveis explicativas, através da comparação dos coeficientes do modelo de efeitos fixos e aleatórios. A hipótese nula parte do princípio que os coeficientes são iguais nos dois modelos, se forem diferentes, o modelo de efeitos fixos será simultaneamente eficiente e consistente. Desta forma, verifica-se que, se rejeitarmos a hipótese nula, o modelo indicado será o de efeitos fixos.

Após introdução da base de dados no Programa E-views e a elaboração do modelo no mesmo, obtivemos os seguintes dados.

Tabela 6. Informações do modelo

Variável dependente	Consumo de <i>Pellets</i>
Amostra	2007-2014
Períodos	8
Países	13
Observações	104

Fonte: elaboração própria

Tabela 7. Resultados do modelo

Variáveis	Coefficiente	Probabilidade
Área Florestal	0,107579	0,0704
Preço do Gás Natural	9783,663	0,0140
Preço da Eletricidade	2019,858	0,1324
PIB per capita	-0,016157	0,1679

Fonte: elaboração própria

6. Análise de resultados

Conforme análise da Tabela 7, verificamos que para níveis de significância de 10% e 5%, apenas as variáveis área florestal e preço do gás natural são significativas, já o PIB per capita é a única variável com uma relação negativa relativamente ao consumo. Estes resultados são influenciados pela falta de dados, pelo espaço temporal ser reduzido e pela informação estatística oficial ter várias lacunas, como afirmam Selkimaki et al. (2010) o que dificulta o estudo desta matéria. A recente grande expansão dos mercados de *pellets* surgiu por volta do ano de 2008, ano em que as principais produtoras entraram em atividade, segundo Mola-Yudego *et al.* (2014).

A área florestal apresenta uma relação positiva significativa em termos estatísticos, apesar de se tratar de uma significância reduzida. A área florestal, que representa no estudo a matéria prima, é fundamental na produção dos *pellets*, evita ao país ter de importar a matéria prima e diminui, assim, os custos de transporte. Desta forma, e sendo os custos menores, os preços para consumo de *pellets* serão mais apelativos. Porém, há vários casos em que isto não acontece, uma vez que países com recursos florestais não conseguem escoar as produções, logo têm a necessidade de exportar. Segundo, Nunes *et al.* (2014), países como a Suécia, com bons recursos florestais, obtêm grandes produções e consumos, uma vez que têm uma política ativa na substituição dos combustíveis fósseis. Já países como Portugal, não possuem incentivos a esta mudança, daí o consumo pouco significativo.

O preço do gás natural apresenta também uma relação positiva, significativa, com o consumo de *pellets*, uma vez que são concorrentes diretos no aquecimento doméstico, daí a relação ser positiva, pois o aumento do preço do gás natural promove o aumento do consumo de *pellets*.

O preço da eletricidade não é uma variável significativa no modelo, mas como concorrente dos *pellets* apresenta uma relação positiva com o consumo destes. Estes resultados surgem do facto dos *pellets* serem capazes de reduzir bastante os custos de aquecimento doméstico, sendo até considerado um dos métodos mais baratos de aquecimento de espaço e de água, afirma Thomson e Liddell (2014).

Estes dois autores afirmam ainda que a volatilidade de preços dos concorrentes dos *pellets* gera o aumento do consumo em *pellets*, verificando-se assim os resultados do modelo. O facto da eletricidade não ser um dos maiores concorrentes, em termos de aquecimento doméstico, poderá explicar a insignificância desta variável.

Por fim, o PIB per capita, não é considerado uma variável significativa e tem uma relação negativa, relação esta que pode ser justificada pelas diferentes políticas dos países em termos de subsídios, incentivos e práticas ativas para a substituição dos combustíveis fósseis, o que promove ou dificulta o investimento em *pellets*, segundo Nunes *et al.* (2014). Na análise feita, verificamos que o Reino Unido apresenta um consumo de *pellets* bastante inferior ao de Itália, no entanto tem um PIB per capita bastante superior. A justificação para o grande consumo em Itália, afirmam Nunes *et al.* (2016), passa pelo incentivo ao uso dos *pellets* e dos correspondentes equipamentos de aquecimento.

7. Conclusão

O mercado Europeu de *pellets* está numa fase de crescimento contínuo e sustentado, cada vez mais este aglomerado de madeira passará de um nicho de mercado para uma *commodity*. No entanto, o estudo desta matéria é ainda muito técnico e relacionado com a produção. Percebemos assim que ainda é uma temática pouco aprofundada. O nosso estudo surge na tentativa de combater a falta de informação relacionada com o consumo, uma vez que na literatura esta temática é quase inexistente, daí a dificuldade em obter dados. Na elaboração da tese, tivemos de calcular o consumo de *pellets* através de taxas de crescimento médio anual, tornando-se uma mais valia tendo em conta a não existência desses dados.

Ao longo do trabalho verificamos as principais virtudes e defeitos do mercado dos *pellets*, e em que medida eles podem influenciar o consumo. Concluímos que as variáveis que não foram quantificadas devido à falta de dados, como os benefícios fiscais e os “heating degree days” influenciam o consumo. Ao longo da tese evidenciamos que o papel de incentivo do estado é preponderante para atenuar o investimento inicial e que os invernos rigorosos coincidem naturalmente com aumentos na procura dos *pellets*. Em relação ao modelo, concluímos que a área florestal e o preço do gás natural influenciam o consumo. A área florestal capacita o país de matéria-prima, o que diminui os custos do produto e o seu preço, já o preço do gás natural como concorrente no aquecimento doméstico influencia o consumo dos *pellets*, em grande parte devido à volatilidade de preços. Contudo, o preço da eletricidade e o PIB per capita não influenciam o consumo. Entendemos que o preço da eletricidade pode não influenciar o consumo, já que a eletricidade não é um concorrente tão forte em termos de aquecimento doméstico como é o gás natural. E verificamos que a variável PIB per capita, perde preponderância através das políticas de incentivo dos Estados, que atenuam a necessidade de um investimento avultado.

Há países que apresentam consumos quase inexistentes, e desta forma podemos concluir que a Lituânia e a Eslováquia são os países que consomem menos, uma vez que possuem duas das mais pequenas áreas florestais e um preço de gás natural baixo. Tendo em conta o nosso modelo, podemos aconselhar incentivos e sensibilizações relativas aos *pellets* em países como Portugal. O preço do gás natural em Portugal é bastante elevado,

e apesar da matéria prima não ser em grandes quantidades, somos um país produtor que exporta, logo estamos em condições de aumentar o nosso consumo interno. Importante realçar que há variáveis que não foram incorporadas no modelo e que conseguem justificar esta tendência portuguesa, como as temperaturas mais amenas e a falta de incentivos para a compra dos equipamentos de aquecimento.

A evolução natural do mercado de *pellets* levará a estudos semelhantes a este, na tentativa de compreender melhor o consumidor, até porque o aumento do consumo pode passar por uma maior sensibilização para os benefícios dos *pellets*. Um estudo de tendências de consumo pode identificar ainda os países em que esta nova *commodity* terá mais facilidade em penetrar.

Esperemos que este tema seja cada vez mais aprofundado, e que consiga incorporar mais variáveis quantificáveis para chegarmos a conclusões mais específicas.

8. Bibliografia

AEA, Agência Europeia do Ambiente, *Sobre as Alterações Climáticas* (consultado em 22-06-2016), Disponível em: <<http://www.eea.europa.eu/pt/themes/climate/about-climate-change>>;

AEBIOM, European Biomass Association, relatório, “Statistical Report 2013”;

AEBIOM, European Biomass Association, relatório, “Statistical Report 2015”;

Associação de *pellets* da República Checa (2009), (consultado em 15-01-2016). Disponível em: <<http://www.ceska-peleta.cz/klastr-ceska-peleta/co-je-klastr/>>;

Baltic Energy Conservation Agency, Bastian, M. e Wach, E. (2009), relatório, “Country report Slovakia”, (consultado em 15-01-2016). Disponível em: <http://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/Slovakia_CR.pdf>;

Barel, C. (2009), relatório, “Country report France”, (consultado em 15-01-2016). Disponível em: <http://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/France_CR.pdf>;

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC;

Enplus-Pellets, “About ENplus”, (consultado em 14-02-2016). Disponível em: <<http://www.enplus-pellets.eu/about-enplus/>>;

ETA Renewable Energie, Vivarelli, F. e Ghezzi, L. (2009), relatório, “Country report Spain”, (consultado em 15-01-2016). Disponível em: <http://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/Spain_CR.pdf>;

ETA Renewable Energies, Vivarelli, F. e Ghezzi, L. (2009), relatório, “Country report Italy”, (consultado em 15-01-2016). Disponível em: <http://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/Italy_CR.pdf>;

Eurostat (database on the Internet), Electricity prices by type of user, (consultado em 10-02-2016). Disponível em: <<http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=ten00117&plugin=1>>;

Eurostat (database on the Internet), Gas prices by type of user, (consultado em 10-02-2016). Disponível em: <<http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=ten00118&plugin=1>>;

Eurostat (database on the Internet), Primary production of energy by type (consultado em 10-02-2016). Disponível em: <<http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=ten00076&plugin=1>>;

Fernandes, U. e Costa, M. (2010), “Potential of biomass residues for energy production and utilization in a region of Portugal”, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 34, No. 5, pp. 661-666;

FORCE Technology e Hansen, M.T. (2009), relatório, “Country report Denmark”, (consultado em 15-01-2016). Disponível em: <http://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/Denmark_CR.pdf>;

Hausman, J.A. (1978), “Specification Tests in Econometrics.”, *The Econometric Society*, Vols. *Econometrica*, Vol.46, No. 6, pp. 1251-1271;

Hedenus, F., Christian, A., e Daniel, J. (2010), “Energy security policies in EU-25—Hoefnagels The expected cost of oil supply disruptions.”, *Energy Policy*, Vol.38, No.3, pp. 1241–1250;

Hoefnagels, R., Junginger, M. e Faaij, A. (2014), “The economic potential of wood pellet production from alternative, low-value wood sources in the southeast of the U.S.”, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 71, pp. 443-454;

Holzforschung Austria, Steiner, M., e Pichler, W. (2009), relatório, “Country report Austria”, (consultado em 15-01-2016). Disponível em: <http://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/Austria_CR.pdf>

Mobini, M., Sowlati, T. e Sokhansanj, S. (2013), “A simulation model for the design and analysis of wood *pellets* supply chains”, *Applied Energy*, Vol. 111, pp. 1239-1249;

Mola-Yudego, B., Selkimäki, M. e González-Olabarria, J.R. (2014), “Spatial analysis of the wood pellet production for energy in Europe”, *Renewable Energy*, Vol. 63, pp. 76-83;

Monteiro, E., Vishveshwar, M. e Rouboua, A. (2012), “Portuguese *pellets* market: Analysis of the production and utilization constraints”, *Energy Policy*, Vol. 42, pp. 129-135;

Monteiro, E., Vishveshwar, M. e Rouboua, A. (2013), “The Feasibility of Biomass *Pellets* Production in Portugal”. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, Vol. 8, No.1, pp. 28-34;

Muiste, M. e Habicht. M. (2009), relatório, “Country report Latvia” (consultado em 24-01-2016). Disponível em: <http://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/Baltic-Countries_CR.pdf>;

Muiste, M. e Habicht. M. (2009), relatório, “Country report Lithuania” (consultado em 15-01-2016). Disponível em: <http://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/Baltic-Countries_CR.pdf>;

Nunes, L., Matias, J. e Catalão, J. (2014), “Economic and Sustainability Comparative Study of Wood *Pellets* Production in Portugal, Germany and Sweden”, conferência, Proceedings of the International Conference on Renewable Energies and Power Quality – ICREPQ’14, Cordoba, Spain, CD-R, 8-10, April, 2014;

Nunes, L., Matias, J. e Catalão, J. (2016), “Wood *pellets* as a sustainable energy alternative in Portugal”, *Renewable Energy*, Vol. 85, pp. 1011-1016;

Pelletcouncil, “About us” (consultado em 13-02-2016). Disponível em: <<http://www.pelletcouncil.eu>>;

Ranta, T., Schweinle, J., Tromborg, E., Solberg, B., Skjevrak, G. e Tiffany, D. (2013), “Economic Sustainability for wood *pellets* production – A comparative study between Finland, Germany, Norway, Sweden and the US”, *Biomass and Bioenergy*, Vol. 57, pp. 68-77;

REN21, relatório, Renewables 2016 Global Status Report (consultado em 26.11.15). Disponível em: <www.ren21.net>;

Selkimäki, M., Mola-Yudego, B., Röser, D., Prinz, R. e Sikanen, L. (2010), “Present and future trends in pellet markets, raw materials, and supply logistics in Sweden and Finland”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 14, No. 9, 2010, pp. 3068-3075;

Sikkema, R., Steiner, M., Junginger, M., Hiegl, W., Hansen, T. e Faaij, A. (2011), “The European wood pellet markets: current status and prospects for 2020.” *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, Vol. 5, No.3, pp. 250-278;

Sultana, A., Kumar, A. e Harfield, D. (2010), “Development of agri-pellet production cost and optimum size”, *Bioresource Technology*, Vol.101, No. 14, pp. 5609-5621;

The National Energy Foundation e Hayes, S. (2009), relatório, “Country report United Kingdom” (consultado em 15-01-2016). Disponível em: <http://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/United-Kingdom_CR.pdf>;

The World Bank (database on the Internet) Economy & Growth. GDP per capita (consultado em 13-02-2016). Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>>;

The World Bank (database on the internet) Agriculture & Rural Development, Forest area (consultado em 20-12-2015). Disponível em: <<http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.FRST.K2>>;

Thomson, H. e Liddell, C. (2015), “The suitability of wood pellet heating for domestic households: A review of literature”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 42, pp. 1362-1369;

Verbeek, Marno. (2004), “A Guide to Modern Econometrics.”, John Wiley & Sons, Ltd, Vol. 2, 0-470-85773-0;

Wang, C. e Yan, J. (2005), “Feasibility Analysis of Wood Pellets Production and Utilization in China as a Substitute for Coal”, *International Journal of Green Energy*, Vol. 2, No. 1, pp. 91-107;

Anexos

Anexo A – Tabela do Peso da produção de Biofuel sólido na produção de Energias Renováveis e tabelas usadas para o cálculo.

Anexo B- Cálculo da taxa de crescimento médio anual.

Anexo A – Tabela do Peso da produção de Biofuel sólido na produção de Energias Renováveis (2009-2014).

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Austria	46,51%	51,24%	52,83%	48,34%	49,86%	46,71%
Alemanha	39,56%	39,73%	36,08%	34,07%	32,37%	31,72%
Portugal	59,68%	49,74%	53,02%	55,78%	47,65%	45,90%
Suécia	54,50%	55,89%	53,99%	51,63%	54,93%	53,66%
República Checa	75,88%	72,22%	68,60%	66,30%	62,97%	62,94%
Dinamarca	52,31%	54,71%	49,19%	48,24%	46,39%	41,49%
Espanha	38,05%	31,88%	35,47%	34,79%	29,64%	28,67%
França	48,32%	49,83%	49,30%	45,92%	45,89%	43,20%
Itália	39,57%	36,15%	26,21%	34,37%	31,69%	27,66%
Letónia	82,77%	81,25%	84,03%	80,19%	81,97%	86,29%
Lituânia	85,68%	84,60%	84,61%	82,81%	80,81%	82,21%
Eslováquia	52,92%	52,74%	56,51%	55,86%	52,40%	52,71%
Reino Unido	31,85%	33,90%	32,31%	32,34%	31,05%	31,43%

Fonte: elaboração própria

Anexo B- Cálculo da taxa de crescimento médio anual.

Taxa de crescimento médio em intervalos regulares de tempo, neste caso 8 anos.

$$x = \left(\frac{a}{b}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$$

x = taxa de crescimento médio

a = ano final

b = ano inicial

n = numero de anos